RIDAA
Repositorio Institucional
Digital de Acceso Abierto de la
Universidad Nacional de Quilmes

Universidad
Nacional
de Quilmes

Sarapura, Gastón Esteban

Problema ambiental en la explotación minera del Yacimiento Carbonífero de Río Turbio : sistema de integración socioambiental y política

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Argentina.
Atribución - No Comercial - Sin Obra Derivada 2.5
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/

Documento descargado de RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes de la Universidad Nacional de Quilmes

Cita recomendada:
Sarapura, G. E. (2024). Problema ambiental en la explotación minera del Yacimiento Carbonífero de Río Turbio: sistema de integración socioambiental y política. (Trabajo final integrador). Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, Argentina. Disponible en RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/4425

Puede encontrar éste y otros documentos en: https://ridaa.unq.edu.ar

Universidad Nacional de Quilmes
Roque Sáenz Peña 352 // Bernal
Buenos Aires // Argentina
t.: (+41 11) 4365 7100
f.: (+54 11) 4365 7101
info@unq.edu.ar

Gastón Esteban Sarapura, Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto,
Abril de 2024, pp. 53,
http://ridaa.unq.edu.ar,
Universidad Nacional de Quilmes, Secretaría de Posgrado,
Especialización en Ambiente y Desarrollo Sustentable

Problema ambiental en la explotación minera del Yacimiento Carbonífero de Río Turbio: Sistema de integración socioambiental y política

Trabajo final integrador

Gastón Esteban Sarapura

gsarapura@uvq.edu.ar

Resumen

En el territorio argentino existen diversos lugares con problemas ocasionados por la situación política, social, económica y ambiental, que indudablemente llevaron a desastres de distintas índoles tales como la contaminación ambiental, del suelo, del agua, del aire e inclusive de los ecosistemas. Por ello se plantea el origen que produjo consecuencias al medio ambiente y el cambio que se produjo en el sector empresarial por no tener noción de los componentes de gestión y educación ambiental. Por esta razón, el desarrollo de este trabajo se limita a conocer el daño ambiental entre los años 2010 y 2020, en el área de la Empresa Yacimiento Carbonífero de Río Turbio (Y.C.R.T.) que se encuentra en la provincia de Santa Cruz, especialmente en los efluentes de la Planta Depuradora y mina. Asimismo, se aborda la participación de los actores sociales vinculados a las empresas (empresarial) que influyeron en la degradación e impacto ambiental negativo, que hasta la fecha continúan sin dar respuesta a la demanda /situación producida por estos contaminantes.

Universidad Nacional de Quilmes

Especialización en Ambiente y Desarrollo Sustentable
Trabajo Final Integrador (TFI)

Problema ambiental en la explotación minera del Yacimiento Carbonífero de Río Turbio: Sistema de integración socioambiental y política.

Aspirante
Lic. Sarapura Gastón Esteban

Directora
Prof. Mg. Pilar García Conde

Co-Director
Dr. Lucas Bang

Modalidad del TFI
Informe de trabajo de campo

Bernal, Junio 2023

Índice

Resumen **3**

Introducción **4**

Delimitación del problema: recorte espacial y temporal. **6**

Objetivos **8**

- **Objetivo General** 8
- **Objetivos Específicos** 8

Capítulo I - Caracterización social y su relación con el Yacimiento **9**

Capítulo II - Caracterización ambiental **13**

- **Aspecto Meteorológico** 15
- **Geología** 17
- **Geomorfología** 18
- **Geología y minería** 19

Capitulo III – Efectos ambientales del proceso de depuración del carbón. **29**

- **Descripción de los principales efectos ambientales e impactos derivados del problema objeto de análisis.** 33
- **Sectores con existencia de pasivos ambientales** 34
- **Contaminación de la minería de carbón** 36
- **Impacto en los recursos hídricos** 38

Capitulo IV - Estado de situación del tratamiento de efluentes del proceso minero **40**

Resultados y conclusiones **45**

Bibliografía **49**

Glosario **52**

Resumen

En el territorio argentino existen diversos lugares con problemas ocasionados por la situación política, social, económica y ambiental, que indudablemente llevaron a desastres de distintas índoles tales como la contaminación ambiental, del suelo, del agua, del aire e inclusive de los ecosistemas. Por ello se plantea el origen que produjo consecuencias al medio ambiente y el cambio que se produjo en el sector empresarial por no tener noción de los componentes de gestión y educación ambiental. Por esta razón, el desarrollo de este trabajo se limita a conocer el daño ambiental entre los años 2010 y 2020, en el área de la Empresa Yacimiento Carbonífero de Río Turbio (Y.C.R.T.) que se encuentra en la provincia de Santa Cruz, especialmente en los efluentes de la Planta Depuradora y mina. Asimismo, se aborda la participación de los actores sociales vinculados a las empresas (empresarial) que influyeron en la degradación e impacto ambiental negativo, que hasta la fecha continúan sin dar respuesta a la demanda /situación producida por estos contaminantes.

En una primera instancia, se caracterizará el medio físico-natural, socioeconómico y de explotación del recurso mineral, como base para el estudio en detalle, de los antecedentes históricos de esta organización y el impacto ambiental producido. Con relación a lo anterior, un estudio químico, informa cómo se encuentra la pileta de lodo y minería sobre metales pesados, según el análisis de Karmi (1999) y Caballero (2007), quienes diagnosticaron y determinaron que estas sustancias están por encima de los límites permitidos por la Ley Nacional Nº 24.585 de la Protección Ambiental para la Actividad Minera. Además, de informes proyectados en referencia al estudio de impacto ambiental realizado en la minería de ycrt.

En segunda instancia se procura en forma simple y práctica proponer alternativas de solución de corto a largo plazo que posibiliten mejorar las condiciones ambientales para iniciar la remediación progresiva de un antiguo tema de contaminación ambiental en la zona industrial del Yacimiento de Río Turbio, en la provincia de Santa Cruz, es decir, específicamente, alternativas más específicas de solución para mejorar las condiciones ambientales y comenzar la remediación progresiva de la contaminación en la zona industrial del Yacimiento de Río Turbio:

Identificación y control de fuentes contaminantes: Realizar un estudio exhaustivo para identificar las fuentes de contaminación en la zona industrial. Una vez identificadas, implementar medidas de control y mitigación específicas para reducir las emisiones de contaminantes, además de remediación de suelos contaminados, evaluando el grado de contaminación del suelo en la zona industrial y desarrollar un plan de remediación. Esto puede incluir técnicas como la remoción de suelos contaminados, la bio-remediación o la encapsulación de áreas contaminadas y por último el tratamiento de aguas residuales: Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales para evitar la descarga de contaminantes en cuerpos de agua cercanos. Esto puede incluir la construcción de plantas de tratamiento o la implementación de tecnologías de tratamiento específicas para reducir la carga de contaminantes en las aguas residuales industriales.

Introducción

El YCRT fue construyendo una relación social, con el medio ambiente y en este trabajo se busca caracterizar la sustentabilidad en la jurisdicción. La legendaria empresa carbonífera YCF, actual YCRT, que explota carbón mineral por más de 50 años, en el extremo austral de la Argentina continental, muy próximo al límite sur occidental, con la República de Chile, produce este combustible apto para quemar en la Central Termoeléctrica 240 Mw para generar energía eléctrica, no solo a las localidades de la zona aldeñada sino, a toda una provincia y país argentino. Como resultado del proceso industrial, además del carbón depurado comercial, se producen estériles y aguas residuales. Este trabajo sintetiza el panorama actual que proviene de muchos años de laboreo minero productivo y, fundamentalmente, está enfocado en los efluentes y aguas residuales provenientes del lavado o depuración del carbón, realizado físicamente en las adyacencias de la Planta Depuradora. Es este proceso tecnológico el que provoca uno de los efectos más notables en cuanto a la alteración paisajística del ambiente, visible desde la ruta principal que conecta a Río Turbio con el resto del país y la República de Chile.

Es de destacar que se están haciendo intentos de cambiar el sitio de disposición de estériles, construir otro estanque de lodos o transformarlo con tecnología avanzada. De esta forma, la política de la empresa desde el 24 de junio de 2004 busca ser amigable con el entorno natural

de la región con acciones concretas, al mismo tiempo que se indaga en soluciones técnicas profundas para el futuro.

Se suma a lo anterior, que los sitios de recreación y esparcimiento en donde la población de la cuenca utiliza, son sobre el embalse del dique San José, los arroyos Santa Flavia, Primavera y el propio río Turbio. Las opciones recreativas que se ofrecen son espectáculos de doma, circuito de motocross, pesca, fogones y camping. Como resultado de estas actividades ocurre también la degradación del medio por la pérdida de vegetación, la erosión (eólica-hídrica), la compactación de mallines, los desperdicios generados y depositados en el lugar, que afectan las condiciones naturales y repercuten sobre los cursos de agua. Esto provoca pequeños humedales cerca de la planta depuradora y del depósito de lodos, que ocasionan daños al ecosistema de la zona, como por ejemplo la flora y fauna del lugar, trayendo consecuencias de impacto negativo y un desequilibrio ambiental.

La situación descripta pone de manifiesto que la cuestión ambiental requiere la perspectiva de la visión holística, sistemática y con un abordaje desde la complejidad, debido a las articulaciones del sistema ambiental, sus interrelaciones, componentes y dinámica. Los sistemas complejos permiten abordar cuestiones ambientales, están integrados por elementos heterogéneos en permanente interacción y como un sistema abierto, sometidos el todo y las partes a interacciones con el medio circundante. Aportan una mirada más completa, desde una perspectiva integral. El sistema en su conjunto es la empresa del yacimiento carbonífero de Río Turbio y los subsistemas son los procesos de funcionamiento en el desarrollo de la producción y del uso de las comunidades, que evidentemente no tuvo en consideración, por mucho tiempo el impacto ambiental que ocasionan.

Como complemento a esta situación la falta de información integrada, confiable y legítima sobre la actividad minera en Argentina, esto es, los números de proyectos discriminados y actualizados en sus distintas etapas, recursos fiscales que le dejan al Estado, mano de obra generada, impacto socioambiental por proyecto y acumulado es preocupante. Los conflictos mineros se enmarcan en un debate más general que se está dando en Argentina, así como en el resto de los países, donde la pregunta es si la actividad minera de gran escala supone un factor de desarrollo para el país y cuánto es compatible con los postulados de la

sustentabilidad. La respuesta a dicho interrogante requiere de procesos de elaboración de información pública de manera integrada, clara, confiable y oportuna, razón por la cual los esfuerzos de producción de información debieran tomar estos valores como ejes para diseñar procesos efectivos.

En ese contexto, uno de los principales problemas que está presente en los conflictos mineros es la información que disponen los actores cuando tienen que tomar decisiones. En este nivel, la falta de información, el cuestionamiento a los mecanismos de generación de la misma y los criterios de selección de los datos relevantes, dificultan la construcción de relaciones de confianza básica, necesarias para promover procesos sociales y políticos de transformación en el marco del desarrollo sustentable.

Delimitación del problema: recorte espacial y temporal.

La falta de implementación de mecanismos de participación efectiva y dialógica que incluya a los actores comunitarios y sociales en la definición del modelo de desarrollo local deja implícito o evidencia contradicciones en el ordenamiento de los usos del suelo. Esta situación le quita al territorio una visión política de desarrollo sustentable compartida por sus habitantes, que permita orientar los usos que se les dará a los recursos naturales existentes en función de la satisfacción de las necesidades locales. Esta falta de participación y diálogo democrático sobre el modelo de desarrollo sustentable local torna muy dificultosa la participación efectiva de los actores sociales no estatales, en la evaluación de los impactos socioambientales de los proyectos mineros.

Con este trabajo se busca realizar un análisis conceptual sobre las instalaciones del YCRT y cómo se afectó durante estos años no solo a la organización sino a la población local y provincial. Se toma como referencia a la planta Depuradora y mina, que indudablemente continúan sin ninguna estabilidad socioeconómica, política y ambiental, y se intentará explicar la etapa del proceso de depuración del carbón que se lleva a cabo en una planta industrial. En ella se realizan una serie de procesos tendientes a separar el carbón propiamente dicho de las impurezas que lo acompañan y, en consecuencia, se generan grandes volúmenes de residuos líquidos y sólidos, que son vertidos directamente al valle del Río Turbio.

El agua que se usa para el tratamiento del carbón (lavado) sale de la planta depuradora cargada de minerales metálicos (magnetita) y partículas finas en suspensión (arcillas del carbón), que de allí se deriva, a través de un pequeño cauce, hasta el río. Este cambia en pocos metros su tonalidad al incorporar a su flujo los oscuros efluentes, mientras las partículas de arcilla son transportadas aguas abajo. De acuerdo con Caballero (2007) el primer paso de un programa de monitoreo consiste en la identificación de las fuentes potenciales de alteración. Y el mapeo, realizado en forma aérea o a pie, debe posibilitar la selección de un área de referencia, es decir, libre de la acción antrópica. La información para recolectar varía en función de los objetivos del relevamiento y del presupuesto disponible.

Se han realizado análisis estadísticos comparativos sobre los efluentes sólidos y líquidos de descargas de la planta depuradora con respecto a la población de Río Turbio y la mina de explotación. Es posible destacar a Karmi Sami (1999) quien afirma que las muestras de los efluentes y metales pesados no son muy alentadoras y menos para el consumo. Teniendo en cuenta los análisis o muestras realizadas en los lugares indicados es necesaria una nueva medición para determinar en qué porcentaje se han acrecentado los contaminantes. Actualmente se han realzado muestras representativas de acuerdo a la evaluación de impacto ambiental empresarial, cuyos resultados se encuentra en proceso y evaluado por la secretaria nacional de estado de ambiente.

Los estudios más conocidos realizados en Río Turbio como el proyecto PASMA II (2004) se han concentrado en el análisis de la calidad de aquellos efluentes minero-industriales descargados directamente a los cauces superficiales, asociando dicha calidad a la del agua de mina. Sin embargo, la mayoría de ellos no está constituida por las descargas de un solo sector sino por la confluencia de corrientes provenientes de áreas muy diferentes.

Al momento de seleccionar este caso de estudio para la investigación, se consideró no solo el inicio del proceso de depuración, sino que, en el año 1998 se da la gran acumulación de efluentes, razón que llevó a iniciar la construcción de piletas para su almacenamiento. El daño ambiental, afectó a las localidades de 28 de Noviembre y Río Turbio debido a que se encuentran cercanas y todos los días transitan en la Ruta Nacional (RN) N° 40 los empleados del yacimiento y la población en general.

Objetivos

Objetivo General

Describir los problemas ambientales de la explotación carbonífera en el proceso de depuración de carbón derivado de los efluentes contaminados en el periodo de 2010 hasta 2020.

Objetivos Específicos

Caracterizar las fuentes contaminación de la explotación del Yacimiento Carboníferos de Río Turbio.

Identificar y conocer los efectos ambientales de la actividad minera del proceso de depuración de carbón en la contaminación.

Analizar y conocer los impactos ambientales en los recursos naturales que influyeron de manera económica y ambiental.

Marco conceptual

De acuerdo con Guillermo Castro, (SOLCHA, 2018), el sentido de la historia ambiental reside en la palabra ambiente, el mismo es el resultado de las intervenciones humanas en la naturaleza con el paso del tiempo. Esta disciplina nos ayuda a comprender cómo se originaron los problemas del pasado, así como cuáles son las opciones más factibles para construir un entorno de condiciones ambientales que nos permitan en un futuro sostener el desarrollo de nuestra propia especie, tomando al hombre como sujeto del proceso histórico. Los historiadores buscan explicar procesos, a través de modelos diversos del funcionamiento social. Metodológicamente han tenido presente el cambio en la escala del análisis histórico, es decir, vinculando la microhistoria y la macrohistoria como parte de la construcción social (Revel, 1996); combinando reconstrucciones descriptivas y enfoques analíticos, para poder diseñar la estructura del poder. Se definieron así los conceptos de: legitimidad, conflicto, gobernabilidad, Estado y transformación socioeconómica, la cuestión de la hegemonía, el Estado democrático y la política deliberativa, entre otros.

A partir de este lineamiento podemos explicar lo siguiente, la etapa del proceso de depuración del carbón se lleva a cabo en una planta industrial. En ella se realizan una serie de procesos tendientes a separar el carbón propiamente dicho de las impurezas que lo acompañan. En

consecuencia, se generan grandes volúmenes de residuos líquidos y sólidos, los que son vertidos directamente al valle del Rio turbio.

García (2006) "Un sistema complejo es una representación de un recorte de una realidad compleja, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son "separables" y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente". Es decir, los problemas ambientales requieren abordajes desde la perspectiva de los sistemas holísticos y desde la complejidad de los sistemas ambientales, sus interrelaciones, componentes y dinámicas. Posicionarse desde el punto de vista de los sistemas complejos, permite resolver problemas ambientales, que consisten en elementos heterogéneos que interactúan constantemente y actúan como un sistema abierto, tanto en su totalidad como en partes que interactúan con el medio circundante, integrado por elementos heterogéneos en permanente interacción y como un sistema abierto. Nos aportan una mirada más completa, desde una perspectiva integral.

En este caso particular, el sistema es la empresa del Yacimiento Carbonífero de Río Turbio y los subsistemas son los procesos de funcionamiento, la planta depuradora y mina, que han producido daños ambientales en la periodicidad del tiempo observado.

Capítulo I - Caracterización social y su relación con el Yacimiento

La provincia de Santa Cruz alberga una población de 333.473 habitantes (INDEC, 2022). Con una densidad de 1,1 habitantes por km2 constituye una de las provincias menos pobladas del país. La misma se divide en 7 departamentos, de los cuales Güer Aike de interés por encontrarse el área de estudio representa, con una población de 134.931 (INDEC, 2022), uno de los departamentos más importantes con el 41.34% de los habitantes ubicados en esta parte del territorio provincial.

Yacimientos Río Turbio o Río Turbio es una ciudad fronteriza de 8814 habitantes (INDEC, 2010), del departamento Güer Aike, provincia de Santa Cruz, Argentina, que posee una superficie de 78.7 km2. Se encuentra en el medio de la Ruta Provincial 20, cerca de la RN 40 y de la RN 293, a 301 km. de la ciudad de Río Gallegos y a 935 km de Caleta Olivia. ("Municipios - Santa Cruz Provincia, Argentina") Río Turbio, además, es una de las puertas de entrada Puerto Natales, ciudad chilena situada a 40 km. del Yacimiento Carbonífero Río

Turbio. ("Río Turbio (ciudad) – De Todo Un Poco") A escasos 8 kilómetros de Río Turbio, se encuentra el Paso Dorotea.

En el censo 2022 se ofrecen datos por departamentos, en este caso en la provincia de Santa Cruz se encuentran Güer Aike (Rio Gallegos, Rio Turbio y 28 de Noviembre), referidos a viviendas particulares, viviendas colectivas, población en viviendas particulares, población en viviendas colectivas y población en situación de calle (vía pública), por departamento. Año 2022.

Departamento	Total de viviendas particulares	Total de viviendas colectivas	Total de población	Población en viviendas particulares	Población en viviendas colectivas [1]	Población en situación de calle (vía pública) [2]
Total	**131.395**	**486**	**333.473**	**331.707**	**1.766**	**///**
Corpen Aike	6.029	21	15.027	14.857	170	///
Deseado	46.937	78	126.179	125.569	610	///
Güer Aike	54.085	65	135.511	134.931	580	///
Lago Argentino	10.908	231	25.403	25.172	231	///
Lago Buenos Aires	5.354	40	12.618	12.586	32	///
Magallanes	5.566	28	12.752	12.651	101	///
Río Chico	2.516	23	5.983	5.941	42	///

[1] Incluye la población en situación de calle censada en refugios o paradores.

[2] La Dirección Provincial de Estadística no implementó el operativo de población en situación de calle (vía pública) en esta provincia, ya que en el recorrido previo del territorio se observó que no había personas que residan habitualmente en la vía pública.

Fuente: INDEC, Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022. Resultados provisionales.

Veintiocho de Noviembre es una localidad del departamento Güer Aike, en la provincia de Santa Cruz, Argentina, fundada en 1957, al provincializarse el Territorio Nacional de Santa Cruz. Sus habitantes más de 6145 y posee una superficie total de 27,7 Km2. La ciudad está comunicada con la RN 40. Es una localidad minera creada en 1959, visitada por muchos turistas y situada muy cerca de la ciudad chilena de Puerto Natales.

De las poblaciones actuales, gran número de personas trabajan en la minería de carbón para el desarrollo productivo, económico y deseablemente sustentable.

En el Figura 1 donde se visualiza el lugar con las galerías subterráneas.

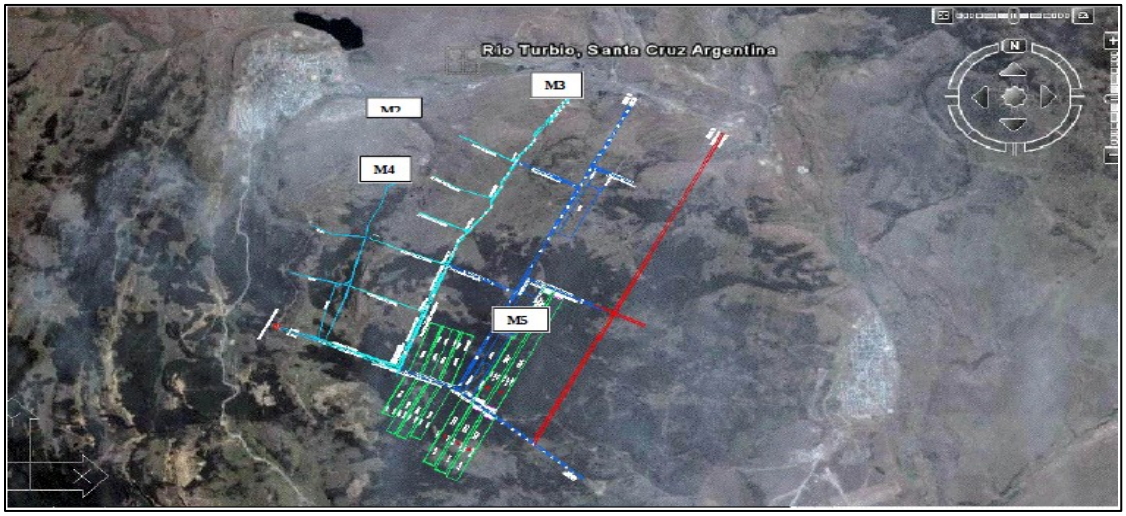

Fig. 1. Galerías o minas en funcionamiento y otras terminado su ciclo de producción.
Fuente: Informe interno YCRT (Morales y Salvat, 2008)

En la figura 2 se encuentran las dos localidades urbanas industriales, marcadas con color rojo, y luego se encuentra en la intersección de ambas la zona de míneria, planta depuradora, talleres centrales y usina térmica de 21 mw, señalada con color verde. Por último zonas de turismo como el bosque de Los Duendes, cerca de Río Turbio y el bosque Del mirador hacia 28 de noviembre, identificado con color celeste. En ambas localidades se puede apreciar la escasez de vegetación debido al poco cuidado por el ambiente, a la pileta de lodos y a otros factores ambientales.

Fig. 2.Cartografía de la mineria de YCRT, localidades y Bosques. **Fuente**: Google Earth.

Fig. 3. Sector de Mina 5. **Fuente**: Elaboración Propia por medio de dron.

Fig. 4. Lugar de ubicación de los establecimientos mineros**. Fuente:** Elaboración Propia por medio de dron (2017).

Capítulo II - Caracterización ambiental

El relleno del valle del Arroyo San José por los materiales que son separados continuamente en las operaciones que se realizan en la Planta de Depuración de Carbón (estériles) modificó en gran parte el paisaje original y provocó fenómenos de desplomes, en los casos en que se superó el ángulo de reposo original de los materiales separados en el proceso, o de deslizamientos traslacionales (fanglomerados) cuando la acción del agua de lluvia convirtió a los mismos en un lodo con alta saturación de agua que facilitó su deslizamiento pendiente abajo y constituye en la actualidad un peligro geológico para los habitantes e instalaciones situadas en posiciones topográficas más deprimidas.
Esta situación originó desde 1970 un endicamiento del Arroyo San José en su curso medio, concentrando los efluentes de aguas servidas de la localidad de Río Turbio y aumentando el riesgo de contaminación de las napas acuíferas principalmente del nivel del acuífero libre o nivel freático, en parte con estos fluidos y en parte con los elementos químicos metálicos presentes en los deslaves por contacto con estériles que, para su separación, fueron tratados químicamente.

Actualmente en colaboración con el Consejo Agrario de la Provincia de Santa Cruz se está procediendo a la remediación de los taludes de estériles mediante la cobertura de un estrato de suelo que facilite el crecimiento de la vegetación, estabilice los mismos y disminuya el impacto visual en el paisaje, pero que, a mi entender no es suficiente debido a que la explotación de carbón continúa realizándose.

Fig. 5 Taludes de estériles. **Fuente.** Elaboración Propia por medio de drone (2017)

Inicialmente, en el año 1943 con la puesta en explotación del carbón se establece el primer campamento minero en el área próxima a la Mina N° 1. Ya para la década del 50' la población superaba los 3.000 habitantes (http://www.ycrt.gov.ar/). Lo que había surgido como un asentamiento de mineros se convierte en un centro urbano. Es así como se traslada la población hacia un nuevo sitio protegido del viento y la nieve, donde hoy día se emplaza la ciudad de Río Turbio. La misma fue expandiéndose de acuerdo con las necesidades imperantes del momento, sin atender a un ejido urbano definido ni pautas de planificación y con deficiencias en la provisión de los servicios públicos.

Asimismo, su crecimiento se ve impedido por:

a) La ubicación geográfica que ocupa la localidad en cercanías de la frontera con Chile,

b) La posición topográfica extrema en proximidad al valle del arroyo San José, su embalse y el bosque de lenga.

c) Los diferentes usos del suelo, por un lado el desarrollo del parque industrial y por el otro la extracción de carbón sobre la mayor parte de la Sierra Dorotea. Se puede observar que efectivamente la ciudad de Río Turbio presenta limitaciones de desarrollo.

Según Marderwald, G. (2016), al igual que Río Turbio, la delegación comunal de Julia Dufour, ubicada en la intersección de la ruta Nacional N° 40 y el camino de ingreso a la mencionada ciudad, se creó como un campamento afectado a las actividades del ferrocarril.

Este último, concretado con el fin de transportar el mineral al puerto de embarque en Río Gallegos para su posterior comercialización, disponía de mano de obra que con el tiempo fue absorbida por la mina (http://www.mirioturbio.com.ar). La importancia de este poblado radica en que se halla en contacto directo visual con la Central Termoeléctrica Rio Turbio (CTRT).

Parte del proceso de expansión de la cuenca minera significó la fundación, en el año 1959, de la localidad de 28 de Noviembre como un centro político-administrativo a 13 Km al sureste de Río Turbio (http://www.28denoviembre.gob.ar/). Es así como se diferencia de las localidades antes mencionadas en su estructura urbana y en la ocupación del suelo, ya que emerge como una ciudad planificada donde se desarrollan actividades administrativas y comerciales, para secundar la principal que se realiza en la cuenca.

Aspecto Meteorológico

El clima de un lugar puede ser definido como el conjunto de manifestaciones atmosféricas y meteorológicas que en él suceden (Seoánez Calvo, 2002). Los componentes que intervienen en su descripción están dados por los parámetros estadísticos de sus variables meteorológicas, integrados a través del tiempo (decenas de años).

La serie disponible de datos meteorológicos está incompleta para Río Turbio, abarca desde el año 2001 al 2009, pero presenta información faltante en cuanto al paso diario para la precipitación. Esto afecta a los valores mensuales y al total anual acumulado. Para contrastar dicha información, se utilizó una estación complementaria ubicada en Puerto Natales, Chile, que tiene 30 años de datos existentes y que se encuentra bajo las mismas condiciones pluviométricas que el área de interés. Se realizó un filtrado de los datos para eliminar los valores atípicos o erróneos que pudieran distorsionar el análisis.

Los parámetros climatológicos analizados corresponden a un clima de tipo templado frío según el Atlas de Recursos Hídricos (2010).

De la relación entre la precipitación y la temperatura mensual a lo largo de un año, surge que el período más húmedo corresponde a los meses de invierno, con las precipitaciones en forma

nival, en coincidencia con los sectores cordilleranos, y la consecuente disminución de la temperatura. La humedad relativa en el mes de julio es superior al 80% (Atlas Recursos Hídricos, 2010). En contraposición, durante los meses más cálidos, el incremento de la temperatura y el régimen de los vientos aumentan la evaporación, superando a los milímetros de agua caída en la cuenca.

Este tipo de comportamiento se observa claramente a partir del mes de abril, con el aumento de la precipitación y el paulatino descenso de la temperatura hacia los meses de invierno. De la misma manera, el comienzo de la primavera hacia el mes de septiembre queda signado por el marcado incremento de temperatura y el deshielo de la nieve acumulada en la cuenca.

La zona de Río Turbio, por pertenecer al clima templado húmedo (de acuerdo con la clasificación climática elaborada por Köppen), este tipo climático está definida como clima seco y húmedo con inviernos fríos. Respecto de la dirección, predominan los vientos provenientes del Noroeste, Oeste y Sudoeste durante todo el año, siendo el valor anual de las calmas aproximadamente el 21%. En el análisis del período de los últimos 8 años se observó una alta frecuencia hacia las componentes direccionales Oeste-Noroeste y Oeste-Sudoeste, aún mayores que para la componente Oeste que prevalecía en el período 1901-2000. No obstante, se observó que en líneas generales el viento de la zona de Río Turbio sigue el comportamiento esperado de la circulación de los vientos característico de la región.
Con relación a las temperaturas, la ciudad de Río Turbio presenta para el período analizado, una amplitud térmica extrema que varía entre 18 y 26 °C, en tanto los valores medios mensuales se hayan en el orden de los 12,2 °C.

Las temperaturas atmosféricas medias mensuales muestran que el mes más frío del año es junio (-0,5 °C) con un mínimo de -4,2 °C, y el mes más caluroso febrero (11,7 °C) con un máximo de 16,7 °C. Se presenta la marcha anual de los diferentes valores mensuales de temperatura media, máxima media y mínima media. Cabe destacar que, durante los meses de invierno, de mayo a agosto, la temperatura mínima media se mantiene por debajo de 0 °C.

Los parámetros climatológicos analizados corresponden a un clima de tipo templado frío según el Atlas de Recursos Hídricos (2010).

De la relación entre la precipitación y la temperatura mensual a lo largo de un año, surge que el período más húmedo corresponde a los meses de invierno, con las precipitaciones en forma nival, en coincidencia con los sectores cordilleranos, y la consecuente disminución de la temperatura. La humedad relativa en el mes de julio es superior al 80% (Atlas Recursos Hídricos, 2010). En contraposición, durante los meses más cálidos, el incremento de la temperatura y el régimen de los vientos aumentan la evaporación, superando a los milímetros de agua caída en la cuenca.

Este tipo de comportamiento se observa claramente a partir del mes de abril, con el aumento de la precipitación y el paulatino descenso de la temperatura hacia los meses de invierno. De la misma manera, el comienzo de la primavera hacia el mes de septiembre queda signado por el marcado incremento de temperatura y el deshielo de la nieve acumulada en la cuenca.

La precipitación media anual en el área alcanza los 500 mm/año (Atlas Recursos Hídricos, 2010). Durante la mayor parte del año las lluvias ocurren de manera líquida, salvo en la estación invernal entre los meses de mayo y agosto, donde se presentan en estado sólido, como nevisca y/o nieve.

La pluviosidad media para la serie analizada es de 308,73 mm/año. Los meses más lluviosos se concentran entre abril y marzo (47,95 y 35,1 mm/mes, respectivamente), mientras que el mes más seco se registra en julio (15 mm/mes), Figura 7. Aun así, la distribución de la precipitación a lo largo del año no denota una marcada estacionalidad, dentro del tipo de régimen pluvial pacífico.

Por otra parte, el gradiente pluviométrico a lo largo de la subcuenca va disminuyendo al alejarse del eje cordillerano. En base a modelados climáticos Kreps *et al*. (2012) establecen para el área de la Estancia Glencross, en la desembocadura de la subcuenca, precipitaciones medias del orden de los 338 mm.

Geología

El área de interés se extiende desde la región cordillerana extrandina que incluye las cabeceras de los arroyos Primavera, San José y Santa Flavia entre otros, hasta la Patagonia extrandina alcanzando la cuenca media del Río Gallegos.

Desde el punto de vista morfoestructural, esta se ubica en la Cuenca Austral y se halla constituida por tres grandes unidades (Ghiglioni et al., 2010), siendo las dos primeras exclusivas del ámbito chileno. Ubicado en el sector oeste, el Arco magmático está formado por una cadena de rocas intrusivas y volcánicas que corresponden a la continuación sur de la Cordillera de Los Andes. Hacia el pie oriental de los Andes Patagónicos, la Faja plegada y fallada se halla integrada por rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias, las que fueron deformadas durante los movimientos tectónicos en el Cretácico-Terciario. Por último, la Planicie extrandina se extiende desde la Precordillera hasta el Océano Atlántico, estando en superficie formada por depósitos glaciarios y en subsuelo por los de rellenos sedimentarios volcánicos de la Cuenca Austral.

A escala de la subcuenca del río Turbio se reconoce en el flanco occidental, una sucesión de diferentes unidades sedimentarias cretácicas y cenozoicas de origen marino y continental, que constituyen el ala oriental de un anticlinal asimétrico. Esta estructura está representada por un gran bloque homoclinal con rumbo general N –S disminuyendo su grado de inclinación en forma progresiva de 25° a 5° E, hasta alcanzar la subhorizontalidad en el ámbito de la Patagonia extrandina. Es hacia estas latitudes donde logra su mayor expresión un conjunto de unidades pleistocenas, de génesis glaciaria, que apoyan en discordancia sobre las sedimentitas precedentes, (Furque y Caballé, 1987).

Sobre estas unidades se desarrollan las acumulaciones más modernas de edad holocena, depositadas en un ambiente fluvial y derivadas de movimientos de remoción en masa.

Geomorfología

Los principales eventos morfogenéticos que afectaron a la región pueden atribuirse a procesos endógenos, relacionados con la orogenia andina y la actividad volcánica, posteriormente modificados por acción exógena, entre la que se destaca la glaciaria, que alcanzó su mayor desarrollo durante el Plio-Pleistoceno (PASMA, 2001). A estos rasgos geomórficos se le sobreimponen otros actuales derivados de procesos fluviales, de remoción en masa y eólicos que en conjunto labraron el paisaje. El mismo posee una relativa juventud e inestabilidad ya que durante el Pleistoceno medio la evolución del valle de la cuenca estuvo regulada por los avances y retrocesos de los glaciares originados en el manto de hielo de los

Andes Patagónicos Australes hacia el ámbito extra andino (Ercolano *et al.*, 2014). El tope de la meseta es una planicie estructural generada por el arrasamiento erosivo de las unidades formacionales menos resistentes que se situaban sobre la Formación río Turbio. La mayor dureza de los bancos pertenecientes a esta formación ejerció un fuerte control estructural controlando la evolución del paisaje e impidiendo la generación de mayores irregularidades en el relieve. Con posterioridad al labrado de la referida planicie estructural por arrasamiento, la misma fue cubierta por una glaciación, la que al retirarse dejó sobre ella una acumulación morénica basal de poco espesor. Esta acumulación dio lugar a la generación de una topografía suavemente ondulada y a la presencia local de área deprimidas en las cuales se sitúan cuencas de planta general subcircular.

Fig. 6 Características geomórficas de detalle del sitio seleccionado como area de repositorio o de depósito seleccionada**. Fuente**: SEGEMAR, Estudio de impacto Ambiental (2008). Página 55.

Geología y minería

La subcuenca de río Turbio alberga mantos de carbón potencialmente económicos que han sido explotados desde la década del 40. Se extienden en territorio argentino de forma longitudinal con rumbo N –S, desde la zona de Cancha Carrera, ubicada a 25 km al norte de la ciudad de Río Turbio, hasta casi el límite con Chile, a unos 15 km al sur de la ciudad, donde finaliza la subcuenca. La explotación de carbón se realiza mediante un sistema

subterráneo de galerías para acceder a dichos mantos donde se instalan los frentes de explotación.

Correspondientes al Terciario inferior, se disponen los horizontes productivos en dos complejos carbonosos. En conjunto constituyen lo que se conoce como Grupo Sierra Dorotea. Es de destacar que estos horizontes se hallan intercalados con material estéril por lo cual su potencia aprovechable se reduce y la depuración que requiere para ser utilizado se vuelve más complicada.

Hidrografía

La red hidrográfica tiene un diseño dendrítico, presenta ramificación irregular de arroyos tributarios en muchas direcciones, subparalelos entre sí y en ángulo agudo sin control estructural y un régimen influenciado por la estacionalidad. Toda la cuenca tiene una situación de déficit hídrico, con condiciones más benignas en las zonas de cabecera, ubicada en la Precordillera. El caudal aumenta en la época de deshielo, donde también recibe el aporte de cauces temporarios (Nicoli y Merino, 1993). No hay almacenamientos lacustres significativos que tengan importancia en la regulación del escurrimiento. La nieve estacional se acumula en las serranías y valles altos, dispersándose rápidamente. La existencia de humedales, tales como vegas y mallines, constituyen reservorios valiosos en períodos secos. El curso principal del río corre en sentido N-S sobre depósitos marinos-fluviales y en su recorrido hacia el S, el valle se amplía y presenta una mayor sinuosidad.
El sistema de la cuenca del río Turbio está conformado por arroyos principales, como el San José, Santa Flavia y Primavera y cursos secundarios que originan el Río Turbio.

Edafología

Edafológicamente se diferencian dos amplias regiones dentro de la Provincia de Santa Cruz: la Patagonia Extrandina y la Patagonia Andina (PASMA, 2001). La Patagonia Extrandina se encuentra dominada por suelos del suborden Argid (orden Aridisol). Son suelos asociados a climas áridos y semi-áridos con vegetación del tipo desértica. Estos suelos se encuentran en los diferentes niveles mesetiformes y en las laderas de baja inclinación. Son suelos que presentan un horizonte superficial decolorado con bajo contenido en materia orgánica,

producto del escaso crecimiento de plantas en superficie y cuyo rasgo distintivo es su aspecto vesicular.

Por debajo del horizonte superficial se encuentra un horizonte arcilloso (horizonte argílico) de color rojizo, casi siempre con agregados prismáticos. Presentan también una zona de acumulación calcárea (horizonte cálcico), que a menudo, en los niveles topográficos más elevados, se halla fuertemente cementado (horizonte petrocálcico) (PASMA, 2001; Buol *et al*., 1990).

Los suelos Argides se caracterizan por tener un horizonte argílico que indica una intensa lixiviación de arcilla desde los horizontes superficiales hacia los inferiores. Estos suelos se encuentran en la zona extrandina de la Patagonia, donde el clima es árido y frío. Según algunos estudios, estos suelos se formaron en períodos anteriores al último avance glacial, cuando el paisaje era más estable y húmedo. Además, presentan evidencias de haber sido afectados por procesos periglaciales, como la presencia de cunas de arena y estructuras criogénicas. Estos suelos tienen una baja fertilidad y una alta susceptibilidad a la erosión.

La Patagonia Andina es una región de gran diversidad geomorfológica y biológica, donde los suelos reflejan la influencia de los procesos glaciares, volcánicos y eólicos que han modelado el paisaje. Los suelos de esta región se caracterizan por ser poco evolucionados, ácidos y ricos en materia orgánica, con variaciones según el tipo de vegetación y el relieve. En este trabajo se describen los principales tipos de suelos que se encuentran en la Patagonia Andina, desde los Entisoles de los valles fluviales hasta los Aridisoles de las planicies basálticas, pasando por los antiguos lechos lacustres y las crestas morénicas. Se analizan las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos suelos, así como su distribución espacial y su relación con el clima y la vegetación. El objetivo es brindar un panorama general de los suelos de la Patagonia Andina y su importancia para el desarrollo sustentable de la región.

Son comunes los suelos del suborden Psamentes (orden Entisol) vinculados con depósitos de origen eólico que se estructuraron como consecuencia de la deflación de las fracciones arenosas del ambiente glacilacustre (PASMA, 2001).

En las crestas morénicas, donde el relieve es suavemente ondulado con desarrollo de lomadas elongadas, se desarrollaron suelos del orden Molisol. Los molisoles son suelos de pastizales, estepas y praderas, con horizontes superficiales profundos y oscuros, relativamente fértiles. Sobre estos ambientes se identifican suelos del grangrupo Haploborol (suborden Borol) y,

subordinadamente, del grangrupo Argixerol (suborden Xerol), especialmente sobre antiguas planicies glacifluviales encauzadas que se establecieron cuando el agua de fusión del hielo circuló entre las crestas (PASMA, 2001; Buol et al., 1990).

En el área de estudio se identifican los suelos Haploborol Éntico (orden Molisol suborden Borol) y Paleargid Borólico (orden Ardisol, suborden Argid).

Los Haploboroles son básicamente suelos negros desarrollados a partir de sedimentos minerales de la región andina, donde la temperatura media anual no supera los 8 ºC, bajo una cobertura vegetal integrada fundamentalmente por gramíneas. La incorporación sistemática de los residuos vegetales y su mezcla con la parte mineral ha generado en el transcurso del tiempo un proceso de oscurecimiento del suelo por la incorporación de materia orgánica que se refleja más profundamente en la parte superficial. Generalmente tienen un horizonte subsuperficial oscuro o está estructurado (horizonte cámbico) (Buol *et al*., 1990; INTA 1990).

Los Paleargides son suelos antiguos evolucionados sobre superficies geomórficas muy estables. Se caracterizan por su escasez en materia orgánica, producto de la escasa cobertura vegetal superficial, y la presencia de un horizonte rico en carbonatos de calcio cementados (horizonte petrocálcico) a menos de 100 cm de la superficie; o bien por un horizonte (argílico) con más 35% de arcillas, caracteres que implican largos períodos de formación. Por lo general tienen coloraciones rojizas (Buol *et al*., 1990; INTA 1990). Wijnhoud y Sourrouille (1972) realizaron un trabajo sobre los suelos presentes en la transecta Río Gallegos - Río Turbio sobre la base de perforaciones. Según este trabajo, el factor más importante en la formación de los suelos del área relevada es el viento. El mismo actúa de diversas formas, pero fundamentalmente removiendo las partículas finas y aumentando la evapotranspitación al secar más rápidamente los horizontes superiores, lo que causa menor lixiviado y la consecuente acumulación de carbonatos en el subsuelo.

Pero al Oeste del área la mayor precipitación y la menor evaporación posibilitan la existencia de un lixiviado moderado que causa encharcamientos periódicos, aún en los suelos de pendientes moderadas. La evidencia de ello es la presencia de fuertes moteados en los perfiles de los suelos.

Flora y fauna

El yacimiento carbonífero de Río Turbio es uno de los más importantes de Argentina y se ubica en la provincia de Santa Cruz. Según el informante (Entrevistado), se han realizado estudios de impacto ambiental para evaluar los posibles efectos de la explotación del carbón en el ecosistema local. Estos estudios son necesarios para cumplir con la normativa vigente y garantizar la sustentabilidad del proyecto. El yacimiento cuenta con una central térmica que genera energía eléctrica a partir del carbón y un ramal ferroviario que facilita el transporte del mineral hasta el puerto de Punta Loyola.

La unidad cartográfica de la Relieve de mesetas, colinas y valles: forma una franja angosta siguiendo el arroyo san José y el Río turbio. La matriz de vegetación dominante es la estepa graminosa, la cual presenta una serie de parches siguiendo un patrón dependiente de las geoformas. El Relieve de cerros y valles cubiertos de bosque cerrado se extiende al oeste, estando el patrón de distribución de los elementos del paisaje controlado por la topografía y el uso. En las partes más altas predomina el bosque de Ñire; las vegas están cubiertas de estepa graminosas y parches de bosque de lenga y las áreas quemadas ocupan la mayor parte de la superficie (25- 50 %; el resto ocupa 5 a 25%). Las actividades predominantes son la ganadería ovina y bovina, y la extracción de madera y caza, como secundarias. El grado de uso es alto. El bosque de lenga ocupa aproximadamente 12.500 ha y su manejo es responsabilidad del Concejo Agrario Provincial. También existen bosques que presentan un sotobosque de escasa cobertura, con una altura aproximadamente de 60 cm destacándose la presencia de arbustos de la especie Mata negra (Chiliotrichum diffusum).

Intercalado con los grandes manchones de bosque, hay estepas herbáceas y estepas mixtas dominadas por festuca gracillima (coirón), siendo también importante en cuanto a su abundancia especies tales como murtilla (*Empetrum rubrum*), *Bolax gummifera* y mata negra (*Chiliotrichum diffusum*).

En el sector norte del arroyo San José se encuentran los bosques de Ñire, alternado con estepas denominadas por *Festuca gracillima* similares a las descriptos para la zona del bosque de lenga. ("Estudio de impacto ambiental central termoelectrica a - Studylib")

Hacia el este del Río Turbio el relieve general de mesetas, colinas y valles es denominado por estepas graminosas de dosel cerrado, con una altura entre 10 y 15 cm, destacándose la especie *bolax gummifera* y los grandes parches de murtillar de *Empetrum rubrum*. Los matorrales de Ñire forman manchones aislados en la estepa, cubriendo en conjunto entre 25 -50 % de la superficie. Hay ganadería bovina, además de ovina y el grado de uso es intenso, con un grado de erosión laminar bajo.

En las zonas urbanas podemos considerar según la cartografía las poblaciones de Río Turbio, 28 de noviembre y Julia Dufourt el relieve de mestas, colinas y valles: forma una franja angosta siguiendo el arroyo San José y el Río turbio. La matriz de vegetación dominante es la estepa graminosa, la cual presente una serie de parches siguiendo un patrón dependiente de las geoformas. En las partes más altas se encuentran bosques de *Nothofagus antárctica* en el pie de las laderas, los valles o colinas suaves alternando con bosque de *N. pumilio* en las laderas. En las zonas más bajas hay pastizal húmedo de *Estuca gracillima* con *Gamochaeta nivales* y parches dispersos de matorrales de *Chiliotrichum diffusumcon* y *Festuca gracillima*. En este sentido, a lo largo del arroyo San José, la forma de vida predominante dentro del curso son las plantas acuáticas arraigadas con partes emergentes, destacándose la presencia de pinito de agua (*Hippuris vulgaris*).

Fig. 7 Unidades Cartográficas en función de la vegetación. **Fuente:** PASMA (2007). Pagina (6).

Existen diferentes animales en el hábitat de Río Turbio en especial el Flamenco Austral se encuentran en pastizal, pero prefiere lagos y lagunas salobres o semisalobres, aunque

también habita lagunas costeras, marismas intermareales, albuferas, estuarios o bahías marinas de baja profundidad. A veces en lagos de agua dulce, aunque solo temporariamente o durante migraciones.

Su dieta es omnívora, por cuanto se alimenta de microorganismos animales y vegetales. En los salares altoandinos, como en el de Surire, prefiere lagunas más profundas que propician el desarrollo y establecimiento de microinvertebrados como artemias, nematodos, larvas de mosca y copépodos, aunque también incorpora diatomeas de los géneros *Navícula*, *Surirella* y *Amphora.* Los adultos alimentan a sus polluelos regurgitándoles comida. Se alimenta de invertebrados, gambas y moluscos.

Los zorros colorados y pumas se alimentan en ocasiones con flamencos jóvenes, cazando también a los que están enfermos o débiles. El flamenco tiene una sola línea de defensa y son sus potentes patas, que si el depredador es más rápido y no les da tiempo a volar no podrán sobrevivir. No obstante, a todos los depredadores mencionados, el humano es el ser más peligro que representa para estas aves, fundamentalmente en la destrucción de los hábitats naturales.

Fig. 8 Zona Industrial Planta Depuradora, en el poligono se observa la ubicación de presencia de animales**. Fuente:** Elaboración propia por medio de drone. (2017).

Fig. 9 Río Turbio, Zona del Dique de San José. **Fuente:** Elaboración propia. (2016)

Fig. 10 Señalización con polígono sobre la ubicación de los flamencos australes y otras especies, tanto en la localidad de Río Turbio y zona Industrial. **Fuente:** Google Earth.

Durante los relevamientos se observó la existencia de Bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) al Oeste, al Suroeste y al Sur de la localidad de Río Turbio.

Esta área fue afectada por el fuego resultante de gran medida que ocurrió hace 27 años atrás y condicionó a la vegetación y al suelo en tres zonas del gradiente latitudinal: Colisión 42°56´ S, Monte Zeballos 46° 49´ y Río Turbio 51° 29´. La cobertura con mayor afectación fue en Río Turbio. En zonas quemadas y con ganado, la herbívora restringe, e incluso llega a imposibilitar la regeneración natural de la lenga, cuyo crecimiento también fue limitado por el ramoneo de liebre, aun con protectores individuales. Actualmente se está realizando la restauración para la recuperación del suelo y la vegetación, como se ve en la comparación de imágenes: a la izquierda bosques sin quemas y a la derecha bosques quemados.

Fig. 11 Comparación de zonas de bosques, a la izquierda se observa en condiciones óptimas y a la derecha como quedo después de 27 años. **Fuente:** elaboración propia en base a PASMA (2007). Pagina (7).

Las zonas de bosques de caducifolias fueron afectadas por el gran incendio, que afectó 17.000 ha, ocurrido en el año 1982. A primera vista este sector parece ser una estepa herbácea con troncos quemados. Sin embargo, una observación más detallada muestra que es un bosque en proceso de recuperación, en el que abundan los renovales de ñire, entremezclados con la estepa de *Festuca gracillima.*

A pesar de la presencia de renovales de árboles caducifolios, la regeneración del bosque no ocurre, siendo el ganado el factor que ha detenido su recuperación durante 27 años. En las recorridas por la zona se pudo observar que los renovales, incluso aquellos más añosos, tienen síntomas claros de herbivoría, con crecimiento achaparrado y marcas de ramoneo. Es probable que si no se excluyen por algunos años los animales no será posible el desarrollo de los árboles.

En estas áreas la diversidad es relativamente alta, con elementos de bosque, con especies exóticas dispersadas por el ganado y de estepa herbácea.

Fig. 12 Fotografía actual del Bosque de lenga, ubicado al oeste de Río turbio. **Fuente.** Elaboración Propia. (2017).

Actualmente esta diversidad no se encuentra protegida, ya que los actores sociales no se han puesto de acuerdo para protegerla, si bien el municipio que intenta realizar el mantenimiento de este lugar de manera adecuada. Junto a la Secretaria de Ambiente de la Provincia de Santa Cruz se busca el mejoramiento de los estándares ambientales evaluados mediante matriz de Leopold, con profesionales interdisciplinarios para establecer un mejoramiento continuo de las condiciones bióticas y abióticas. Este informe de impacto ambiental en YCRT (2021) se indicó con ciertos muestreos y análisis que indudablemente fueron necesarios para determinar los tipos de contaminantes que pudieron y continúan afectando al hábitat y entorno del sistema ecológico. A pesar de que los valores contaminantes no registran valores significativos, pero si productos que aún se deben retirar, como el caso del PCB de los transformadores en desuso que aún no tienen una disponibilidad final. Se están evaluando estrategias para retirar el producto que puede causar no solo daño ambiental sino a las personas que puedan entrar en contacto con él.

Capitulo III – Efectos ambientales del proceso de depuración del carbón.

Los problemas ambientales son aquellas situaciones ocasionadas por actividades, procesos o comportamientos humanos, económicos, sociales, culturales y políticos, entre otros, que trastornan el entorno y ocasionan impactos negativos sobre el ambiente, la economía y la sociedad. De acuerdo con Lovelock, J. (2007) la tierra era un paisaje natural que se desenvolvía por su belleza extraordinaria de la flora y fauna, una ecología asimétrica e interacciones con el medio abiótico y biótico. Pero en su andar, el planeta está sufriendo consecuencias por el calentamiento global, contaminación por residuos industriales y urbanos, pero existen países, como Estados Unidos y Reino Unidos, que omiten la gravedad de la problemática ambiental.

En ese contexto, es importante identificar la problemática ambiental puntual que se presenta en este trabajo. Aproximadamente el 50% del material que se extrae de las minas es residuo que debe ser separado del carbón (Informe técnico del laboratorio de Planta Depuradora), que luego de extraído de la planta depuradora, es trasladado al piso del valle del rio Turbio donde se deposita. El volumen de estéril allí presente es comparable con el total de carbón producido desde que se iniciaron las actividades extractivas en 1943, y alcanza los 30 millones de toneladas. Ello ocasiona una serie de problemas ambientales y riesgo para las poblaciones cercanas, tales como:

1. Contaminación de las aguas a partir del flujo superficial de las concentraciones de sales acidas presentes en las inmediaciones de los depósitos.
2. Disminución de tierras aptas para uso agropecuario.
3. Disminución el valor escénico del paisaje, causando perjuicio a las actividades turísticas y recreativas.
4. Riesgo de remoción de esos depósitos por cambios en el curso actual del rio.

Asimismo, María de Pace (2010) también acuerda en que el aumento de la contaminación hídrica es el resultado de la combinación de diversos factores. Por una parte, la ausencia de plantas de tratamiento y el empleo de tecnologías productivas inadecuadas, genera el vertido

sistemático de efluentes domésticos industriales sin tratamiento o con tratamiento escaso o ineficiente. Debido a cuestiones socioeconómicas y políticas

Existen varias definiciones de daño ambiental, pero se pude decir que es el resultado de dañar al ambiente, se emplea para aludir a un detrimento de las condiciones de la naturaleza, muchas veces provocadas por la contaminación.

Para aminorar el daño ambiental de cualquier actividad humana, es necesario la aplicación de leyes y el control de su cumplimiento, para que los responsables cumplan con las normas ambientales, pudiendo, si no lo realizan, ser multados por el perjuicio ambiental ocasionado. Cabe destacar que, si esto no sucede, se originan daños ambientales en el hábitat, aguas de un río o ciertas especies silvestres que se encuentren protegidas.

Las consecuencias que puede llegar a ocasionar, si no tienen en cuenta los efectos actuales, se pueden trasladar a un mayor número de problemas ambientales. La falta de regulación y control de las actividades humanas que generan contaminación, deforestación y sobreexplotación de los recursos naturales, pone en riesgo la biodiversidad, la salud y el equilibrio ecológico del planeta. Es un llamado a la conciencia y la responsabilidad de todos los sectores sociales para adoptar medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativos, así como para promover el desarrollo sostenible y la conservación de la naturaleza.

En el caso de YCRT, una empresa que se dedica a la explotación de carbón cuyo proceso de depuración arroja desechos industriales a una pileta, que ingresa al Rio Primavera y afecta a las especies que viven en él y a las personas que se encuentran en sus alrededores. Se ilustran a continuación algunos de los impactos ambientales ocasionados.

Fig. 13 - Lugar de descarga de material en suspensión de Planta Depuradora

Fig. 14 Detalle de descarga de efluentes con alta carga de materiales en suspensión	**Fig. 15** Limpieza de canal de efluentes de Planta. Se observa gran acumulación de sólidos.

Fig. 16 Canal de efluentes, contigua a ruta prov. N° 20

Fig. 17 Canal de efluentes	**Fig. 18** Formación de cárcavas por rotura de caño de lodos. El lodo se desvía directamente al canal.

Fig. 19 Canal con alta concentración de sólidos procedente de Planta Depuradora se dirige al encuentro del Arroyo San José.

Descripción de los principales efectos ambientales e impactos derivados del problema objeto de análisis.

Los pasivos ambientales mineros son aquellos elementos, tales como instalaciones, edificaciones, superficies afectadas por vertidos, depósitos de residuos mineros, tramos de cauces perturbados, áreas de talleres, parques de maquinaria o parques de mineral que, estando en la actualidad en entornos de minas abandonadas o paralizadas, constituyen un riesgo potencial permanente para la salud y seguridad de la población, para la biodiversidad y para el medio ambiente (definición establecida por la Asociación de Servicios de Geología y Minería Iberoamericanos, marzo 2010).

El costo de remediación es el relativo al saneamiento y restauración in situ y, eventualmente, en sitios afectados. El deber del gobierno de trabajar en la temática de pasivo ambiental en sitios fiscales y privados se apoya sobre valores éticos y morales ampliamente aceptados en las comunidades. El gobierno también tiene una responsabilidad de administración para proteger las tierras que posee o maneja en representación del pueblo. Dicha administración

implica la gestión de los sitios del gobierno en el corto y largo plazo para proteger los recursos naturales. El gobierno recibe dichas tierras en concesión como representante de la nación, y donde existan riesgos ambientales en tierras fiscales o que sean producidos por actividades del gobierno, la posible existencia de pasivos debe ser tratada seriamente. Administración también significa proteger las tierras para las futuras generaciones, y posponer el tratamiento de los pasivos ambientales de eventuales sitios afectados traspasa una deuda ambiental a las futuras generaciones que afecta su seguridad.

La línea entre prevención y control del pasivo ambiental, y las acciones tendientes a la remediación o mitigación puede no estar claramente marcada. Sin embargo, las siguientes son ejemplos de medidas de prevención y control de los pasivos que debieran ser consideradas como costos de producción y ser financiadas dentro de la actividad subyacente: Las personas que generan residuos peligrosos están obligadas a cumplir con una serie de regulaciones concebidas para minimizar los riesgos a las comunidades, a los trabajadores y al ambiente. Las regulaciones se aplican desde el momento en que se genera el residuo, durante su almacenamiento, tratamiento y disposición final.

Actualmente el proceso de depuración de carbón en planta depuradora perteneciente a la empresa YCRT, produce la evacuación de efluentes desde el año 1950 con un alto contenido de solidos finos en suspensión que desembocaba en las piletas de lodos. Esto se debe a que la construcción de la planta no fue completada, omitiéndose la ejecución del sector destinado a la separación de dichos elementos (denominado cuarta etapa). Para disminuir la contaminación del arroyo sobre el que se vierten los efluentes es que fueron construidas las piletas de decantación o piletas de lodos. En estas se asegura un tiempo de permanencia y velocidad de circulación tales que permitan la decantación de los sólidos en suspensión, y el agua libre de los mismos se vierte en el arroyo de San José.

Sectores con existencia de pasivos ambientales

Sobre la base de la información antecedente, se reconocen distintas áreas del yacimiento que fueron identificadas como afectadas por la presencia de pasivos ambientales mineros históricos. Sectores en los cuales pudo haberse verificado un impacto sobre distintos factores o elementos del ambiente, así como aquellos donde las condiciones analizadas, pueden

representar una fuente o foco potencial de generación de incidencia negativa sobre algún o varios componentes ambientales.

Dichos lugares son:

a) Depósito de chatarra. Ubicado a un costado del camino que conduce al polvorín y Mina 4. Se haya constituido por restos eminentemente metálicos, no obstante, también se identifica la presencia de filtros, envases con restos de tintas y algunos elementos impregnados con hidrocarburos.

Elementos potencialmente impactantes sobre el ambiente: residuos conteniendo hidrocarburos.

Factores del medio impactados (en forma real o potencial): suelo, aguas superficiales - subterráneas, paisaje.

b) Depósito de chatarra Mina 4: representada solamente por elementos metálicos, a simple vista no se observan residuos peligrosos, pero un examen minucioso es requerido porque ciertos equipos viejos pueden contener hidrocarburos.

Elementos potencialmente impactantes sobre el ambiente: residuos conteniendo hidrocarburos. Factores del medio impactados (en forma real o potencial): suelo, aguas superficiales - subterráneas, paisaje.

c) Depósito Quebrada a Mina 4: en este sector de Mina 4 había un tanque de combustible, el cual fue removido, al igual que tambores de aceites. No obstante, esta limpieza, todavía es posible reconocer la presencia de varios tipos de residuos peligrosos (filtros, latas con hidrocarburos, trapos impregnados, envases con restos de hidrocarburos, etc.). También se verifica la acumulación de residuos de tipo domiciliario.

Elementos potencialmente impactantes sobre el ambiente: restos de hidrocarburos y residuos impregnados con dichos compuestos y metales pesados.

Factores del medio impactados (en forma real o potencial): suelo, aguas superficiales - subterráneas, geomorfología, paisaje.

d) Depósito de Transformadores: La presencia de antiguos transformadores a la intemperie cubiertos por una manta plástica, sobre vagones antiguos de YCRT.

Elementos potencialmente impactantes sobre el ambiente: aceite de transformadores conteniendo PCBs (Bifenilos Policlorados).

Factores del medio impactados (en forma real o potencial): suelo, aguas subterráneas, paisaje.

e) Depósito de estériles (Escombreras): Acumulación de estéril, sobre un faldeo inferior de la sierra, levemente al Norte de la planta productiva del Yacimiento. El acopio se realiza adosando el material estéril (el cual es acompañado por restos de carbón) sobre las geoformas originales del paisaje. Sobre dicha ladera no se realizan trabajos de corte de pendiente para evitar fenómenos de deslizamiento o remoción en masa. El material es apoyado sobre el suelo natural, a la intemperie, sin que exista tratamiento alguno, lo cual abre la eventual posibilidad de infiltración de lixiviados, que puede generar un impacto sobre los recursos hídricos (superficiales y subterráneos) del lugar.

Elementos potencialmente impactantes sobre el ambiente: metales e hidrocarburos lixiviados a partir del residuo acopiado. Factores del medio impactados (en forma real o potencial): geomorfología, suelo, aguas (superficiales- subterráneas), recursos biológicos (flora-fauna), paisaje.

Contaminación de la minería de carbón

Karmi (1999) establece que el impacto hidroquímico[1] de la minería del carbón puede dividirse en impactos a corto y largo plazo. Los impactos a corto plazo están relacionados para el intercambio de bases y cationes entre el agua y el material de la mina, y a la disolución de sales solubles, lo que resulta en un aumento en el contenido total de sólidos disueltos del agua receptora. El impacto esperado a corto plazo de la operación de minería al aire libre es que la roca expuesta estará sujeta a lluvia y agua por nieve derretida, por lo tanto, cualquier sal soluble presente se disolverá. Las operaciones mineras también provocan la exposición al sulfuro. El impacto a largo plazo de la minería está relacionado con la generación de

[1] **Hidroquímico.** Es una ciencia interdisciplinaria hermana de la Hidrogeología y de la Geoquímica que estudia las propiedades químicas del agua superficial y subterránea, y su relación con la geología regional. Analiza los iones disueltos en agua y los procesos de interacción agua-sólido (https://outletminero.org/hidrogeoquimica/).

drenaje ácido de minas por otra serie de reacciones. El drenaje ácido de la mina describe el agua de bajo pH que emana del botín de la mina, debido a la sustancia química y oxidación bacteriológica de la pirita.

El drenaje ácido de la mina se caracteriza por un pH bajo y un alto contenido de hierro y sulfato. Se produce por oxidación de pirita (FeS2) por una combinación de reacciones abióticas y microbianas cuando la roca con pirita está expuesta al oxígeno. Grabado el pH del lixiviado de los vertederos de minas de carbón puede ser inferior a 3.

Las siguientes reacciones están involucradas en el desarrollo según Karmi (1999), de drenaje ácido de mina:

- 2 FeS2 + 2 Hp + 7 02 = 2 FeSO 4 + 2 H2SO4
- 4 FeS04 + 02 + 2 H2S04 = 2 Fe2(S04)3 + 2 H20
- Fe2(S04)3 + 6 Hp = 2 Fe (OH)3 + 3 H2S04
- FeS2 + 14 Fe3+ 8 Hp = 15 Fe2 + 2 SO/'+ 16 H+

El azufre total da poca indicación del pH final del agua, ya que las rocas con bajo contenido de azufre aún pueden dar drenaje ácido si se neutralizan. Estos componentes son predominantemente los carbonatos y su reacción con productos de oxidación produce sales metálicas. Como resultado, los cambios de pH se amortiguan en los lixiviados, que contiene carbonato. Sin embargo, la calidad del agua seguirá deteriorándose como resultado del aumento de la salinidad producida por este proceso. El sistema minero de Río Turbio puede considerarse abierto, lo que significa que el sistema es aeróbico y el producto de una sustancia química, reaccionan y elimina inmediatamente como lixiviado y no tiene más influencia en las reacciones químicas dentro del sistema. Por lo tanto, los efectos a corto plazo son el mecanismo de contaminación predominante con poco tiempo para que ocurra la oxidación de la pirita por la ecuación 1 y 2. Cualquier ácido formado se diluye hasta el punto de que no influye mucho en el pH del agua del cuerpo de agua receptor. Además, el contenido de azufre de los productos de desecho es bajo, mientras que el contenido de carbonato es alto, lo que sugiere que la generación de ácido de debe ser tamponado por carbonato. Esto sugiere que el lixiviado tendrá pH neutro, pero niveles elevados de dureza y sales de sulfato.

Contaminación por metales pesados[2]

Se realizó un estudio de metales pesados y sólidos en suspensión por la Fundación Patagonia Natural (1995). El estudio examinó concentraciones de zinc, cobre, cadmio, plomo y mercurio en el sistema Río Turbio; se tomaron muestras en Primavera y de Julia Dufour, Glencross, el Río Confluencia de Gallegos, Bella Vista, Güer Aike (toma agua), Río Gallegos y Punta Loyola, para determinar el transporte de metales pesados aguas abajo. Las muestras fueron tomadas en 3 días diferentes (1-3 de marzo de 1995), se filtraron a 1 um y fueron determinados metales en suspensión. Además, una muestra de Julia Dufour fue centrifugada debido a las dificultades encontradas con el filtrado del agua altamente turbia. Los resultados se muestran en la Tabla 1. Los metales como el mercurio, el cadmio y el plomo son altamente tóxicos para las especies acuáticas, mientras que el cobre y el zinc son metales tóxicos en cantidades excesivas. Estos elementos pueden ingresar al medio acuático ya sea en solución, ya que precipitan en suspensión o adsorbidos sobre sedimento.

	Mat. en Suspensión	Cobre	Cadmio	Plomo	Zinc	Temp.	Conduct.	Oxígeno disuelto	
	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	C	uS/cm	%	mg/l
Prima Vera	3	0.16	0.02	1.3		14.8	61.8	106.2	10.76
J. Dufour	3100	119	0.38	38		21.2	438.5	84.9	7.52
Glencross	41	2.3	0.07	6.7		16.7	238.5	88.4	8.6
Confluencia	11	0.47	0.03	2.5		13.6	56.9	92.9	9.66
Bella Vista	17	3.3	0.05	5		15.2	60	95.4	9.58
Toma Agual	29	0.2	0.05	5		15.2	108.94	95.4	9.49
Gallegos	33	0.43	0.03	3.3		11.6	36320	85.1	7.57
Loyola						11.8	37290	98.6	8.69
Centrifugada	13300	638	0.67	116	652				

Tabla N°1 Muestra de metales pesados. **Fuente:** Karmi, S. (1999).

Impacto en los recursos hídricos

La extracción actual de agua subterránea para el suministro doméstico se espera que agote el flujo base en el río en aproximadamente 23 m3/h. La mina actualmente retorna alrededor de 400.000 – 500.000 m3/año de agua al río, aunque con una calidad significativamente menor. Según Sami k., 1999 IMWA el consumo anual de agua de la mina es de aproximadamente 30.000 m3, o 34 m3/h. La reducción total en el flujo en San José es de aproximadamente 57 m3/h. No hay impacto detectable en la calidad del agua subterránea donde se observa actividad minera, sin embargo, no hay monitoreo adecuado, ni existen piezómetros para

[2] Los metales pesados (Llamados así por su alta densidad tales como Hierro, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Manganeso, Plomo y Zinc) se los suele denominar metales traza debido a que se los encuentra en pequeña concentración. Su presencia en las aguas puede deberse a fenómenos de disolución, con lo que aparecerán en cantidades muy pequeñas, o bien a su existencia en forma de partículas en suspensión, que pueden acabar sedimentándose y acumulándose en los lechos o redisolviéndose por cambios de las condiciones del agua o transformaciones biológicas.

determinar si existe contaminación local. Se observa un impacto significativo en la calidad del agua superficial, en la medida en que los componentes disueltos no puedan ser analizados debajo de Julia Dufour y después de la dilución con agua Primavera, el agua es de calidad aceptable en términos de componentes disueltos, sin embargo, la materia suspendida plantea un importante problema. Materia suspendida introducida principalmente por la mina. práctica de eliminación de residuos, pero también por aguas residuales domésticas, solo se acerca a niveles aceptables en la confluencia de la Río Gallegos contaminación de cobre, cadmio, plomo y zinc son También significativo. El cobre permanece en niveles crónicos para acuáticos ecosistemas debajo de Glencross, envenenando efectivamente el río. El cadmio permanece en niveles crónicos para peces por debajo Julia Dufour. El plomo y el zinc aparecen en niveles altos hasta confluencia de los Río Gallegos.

Debido a la turbidez causada por la materia en suspensión, el impacto se extiende hasta la confluencia de Río Gallegos y plantea un severo riesgo de salud. La turbidez provoca un color oscuro desagradable en el agua, resulta en el transporte de bacterias patógenas, virus y metales pesados, y reduce en gran medida la eficiencia de la cloración de agua potable La turbidez también es costosa de eliminar, resultando en que el agua no es apta para el consumo humano.

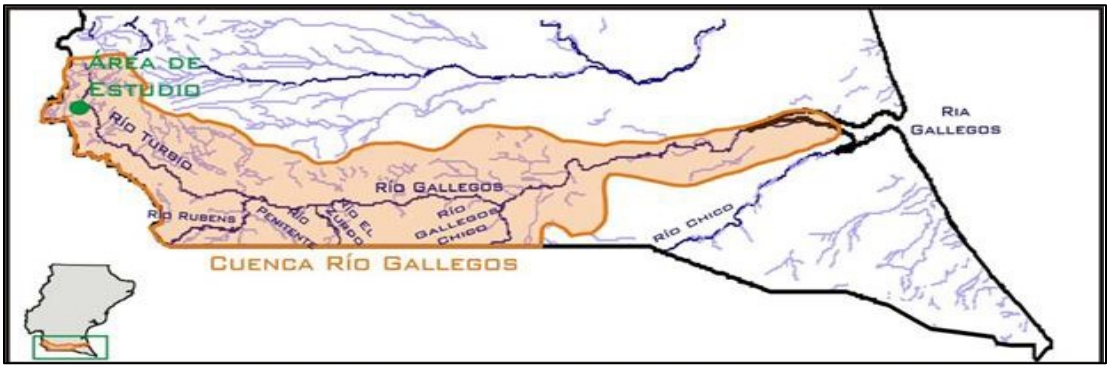

Fig. 20 Agua subterránea de los recursos hídricos. **Fuente.** Informe de Auditoría General de la Nación (AGN).

A diferencia de Caballero A. (2007) determina que los parámetros determinados en trabajos previos con la normativa vigente establecen que no constituyen drenajes ácidos y que los contenidos en metales en algunos casos están dentro de la legislación existente en la provincia de Santa Cruz. Sin embargo, en el proyecto de PASMA II (2004) ha determinado que éstos

superan, en la mayoría de los casos, los niveles guías establecidos para la protección de la vida acuática (ley 24.585). Los valores de sólidos totales y de arsénico arrojaron contenidos muy inferiores a todos los parámetros de referencia, mientras que en el caso del aluminio, una de las muestras superó el límite de vuelco provincial y todas las muestras sobrepasaron el nivel guía para bebida humana.

Respecto al contenido de metales pesados tales como cadmio, mercurio, cromo, cobre y plomo; todos los valores totales recuperables de las muestras están por debajo de los tomados como referencia excepto en el caso del nivel guía para vida acuática el cual es superado por todas las muestras. Éste último nivel es sobrepasado también por el contenido de manganeso aunque la principal fuente natural de manganeso es la erosión de los suelos ricos en este metal, tal como se ha reportado para esta zona (PASMA, 2000).

Capitulo IV - Estado de situación del tratamiento de efluentes del proceso minero

Según García (2006:39) "el estudio de un ecosistema natural que ha sufrido la acción del hombre, ya sea por medio de la explotación de sus recursos, renovables o no renovables (agro sistemas o industrias extractivas), o bien por la instalación de asentamientos humanos de diversos tipos, incluyendo las grandes urbanizaciones y las obras de infraestructura, supone la consideración del conjunto de los elementos que intervienen en tales procesos (y de los procesos sociales, económicos y políticos a ellos asociados), de sus partes o factores constitutivos, sus interrelaciones y sus interacciones con otros fenómenos o procesos. Es decir, supone concebir el objeto de estudio como un sistema complejo".

En tal forma podemos establecer que estos procesos, como la planta de procesamiento, trata el carbón a granel producido por la mina para separarlo el carbón de la roca residual, el procedimiento que utiliza en un medio denso con magnetita, produce desechos para eliminación consistentes en finos de plantas de lavado (descarte fino) y rechazo de planta (descarte grueso). El descarte fino se deposita en el Arroyo San José mientras el descarte grueso se envía a una superficie vertedero.

El método utilizado da como resultado tres productos:

• Carbón de varios tamaños de grano;

• Residuos estériles gruesos que se descargan en el basurero.

• Residuos finos y estériles de arcilla y carbón suspendidos en agua, que se descargan como lodo al Arroyo San José.

Lo anterior, sintetiza el panorama actual que proviene de muchos años de laboreo minero productivo. Fundamentalmente, la deposición de estériles y aguas residuales provenientes del lavado ó depuración del carbón, realizado físicamente en las adyacencias de la Planta Depuradora, es un proceso tecnológico que provoca uno de los efectos más notables en cuanto a la alteración paisajística del ambiente, visible desde la ruta principal que conecta a Río Turbio con el resto del país y la República de Chile.

Se propone para el subsistema de la planta depuradora cambiar el sitio de deposición de los estériles y construir la tercera pileta de lodos. De esta forma se cumpliría con la política amigable con el ambiente natural de la zona, fijada por la Intervención de la Empresa desde el 24 de junio del 2004, con acciones concretas, en tanto se buscan soluciones técnicas de fondo para el futuro.

La industria minera, que explota recursos naturales no renovables, como el carbón, tiene dentro de los pasos lógicos para la obtención del producto final, el beneficio del mineral bruto tal cual es obtenido de la explotación minera. Este tratamiento tecnológico se lleva a cabo en el edificio industrial de la Planta Depuradora a partir del carbón mineral bruto proveniente de la mina. Desde esta instalación, se obtiene básicamente el carbón depurado, con las cualidades para ser utilizado en Centrales Termoeléctricas, como por ejemplo la de San Nicolás, histórico consumidor en nuestro país.

El estéril producto de la depuración es eliminado mediante bandas transportadoras a la escombrera, situada frente al edificio de la planta depuradora.

Según Abiuso y Morales (2007) "Las aguas residuales, decantan los barros más gruesos en piletas de lodos, y el líquido sobrenadante se incorpora como efluente al curso del arroyo San José, que atraviesa la zona industrial de YCRT, proveniente de la ciudad de Río Turbio."

La calidad del carbón mineral de Río Turbio, el laboreo minero para su explotación y su posterior depuración del carbón bruto obteniendo el carbón depurado apto para consumo industrial. Debido al transporte, zarandeo, trituración, depuración y desagües del carbón en planta, se forma una cantidad adicional de producto superfino al proveniente de mina, fruto

de la explotación, que aparece finalmente como lodo crudo, es una mezcla de carbón, arena, arcilla coloidal y magnetita.

Fig. 21 Vista con drone las piletas de lodos y arroyo de San José, Aguas residuales. **Fuente.** Elaboración Propia por medio de drone (2017).

Uno de los temas de fundamental importancia en el proceso de depuración es el tratamiento del agua residual, recuperándola con las cualidades adecuadas para su reutilización, reduciendo el consumo de agua fresca, dadas las condiciones de escasez imperantes en la zona.

El proyecto polaco[3] propone recomendaciones para el tratamiento de lodos líquidos mediante informe técnico elaborado por personal de YCRT (2009) donde contempló el tratamiento del agua en sedimentadores radiales con floculantes provistos por Y.C.F., para reducir el consumo a la mitad del actual (400 m^3/h), recirculando agua clarificada al circuito con una concentración de sólidos no mayor a 5 g/l. Se ensayaron numerosos floculantes suministrados por proveedores de nivel mundial sin resultados satisfactorios desde los comienzos de la modernización de la Planta actual.

La tecnología aplicada permite recuperar el carbón fino de los lodos gruesos y el tratamiento del agua en sedimentadores radiales para su clarificación, reincorporándola al circuito. El

[3] La tecnología aplicada permite recuperar el carbón fino de los lodos gruesos y el tratamiento del agua en sedimentadores radiales para su clarificación, reincorporándola al circuito de la planta depuradora.

agua cargada con lodos alimenta las puntas cónicas, sedimentando los lodos gruesos (mayores de 0,5 mm), que son bombeados para su reprocesamiento y recuperación del carbón en el lavadero ciclónico. El agua de desborde de las puntas cónicas contiene lodos superfinos (menores de 0,5 mm), pasa a los sedimentadores radiales. La cantidad de lodos superfinos depende de la granulometría del carbón bruto alimentado, de la disolución del estéril y de la circulación del carbón fino durante el proceso. En la planta no está prevista la recuperación de carbón de los lodos superfinos (- 0,1 mm).

Para extraer los lodos y obtener agua clarificada, estaba previsto acelerar la decantación en los sedimentadores radiales mediante la utilización de floculantes, hasta hoy sin resultado satisfactorio. El proceso de clarificación de aguas residuales básicamente tiende a mantener el contenido de sólidos en un valor bajo y estable, por lo que es preciso evacuarlos continuamente.

La cantidad y calidad del agua clarificada reincorporada, depende de la cantidad de lodo evacuado de los sedimentadores radiales. La clarificación del agua es de fundamental importancia a fin de reducir el consumo de agua fresca, evitando que los lodos en circulación provoquen la alteración de la calidad del carbón depurado e incrementos en las pérdidas de magnetita.

Durante 1987 se celebró un Contrato entre Y.C.F. e *Investigaciones* y Desarrollos *Mineros* S.A (I.D.E.M.S.A), para que esta empresa se abocara a encontrar la solución al problema de los lodos de Planta en base a un exhaustivo y detallado estudio de laboratorio cuyos resultados se explicitan a continuación en una síntesis del trabajo.

a) Instalación y puesta en funcionamiento de un laboratorio para control continuo de lodos, generados en la depuración de carbón.
b) Estudio de caracterización de lodos.
c) Estudio de floculación de lodos.
d) Estudio de filtración de lodos.
e) Estudio de floculación, desaguado y aglomeración (F.D.A.).
f) Análisis de prefactibilidad económica.

Los estudios de caracterización se efectuaron mediante las determinaciones físicas y mineralógicas además de análisis químicos. Los resultados indicaron que los lodos en cuestión están constituidos por un 80 % de material arcilloso con inclusiones de carbonatos y un 20 % de carbón de granulometría muy fina (70 % menor de 9,3 micrones), además la determinación del potencial zeta define al lodo en un estado de alto grado de dispersión, que, sumado al elevado porcentaje de partículas finas, conforman un producto de difícil tratamiento.

Los estudios de F.D.A. se efectuaron empleando la técnica del Bureau of Mines, utilizando un reactivo floculante polímero de alto peso molecular, el P.E.O.[4]

Los resultados indican que se puede obtener un líquido claro con alrededor de 30 U.N.T. y una recuperación de agua superior al 90 %. El producto aglomerado tiene un 40 % de sólidos. Hasta el presente el óxido de polietileno (P.E.O.), es el único que permite la formación de flóculos resistentes a la acción mecánica necesaria para el desaguado y la aglomeración.

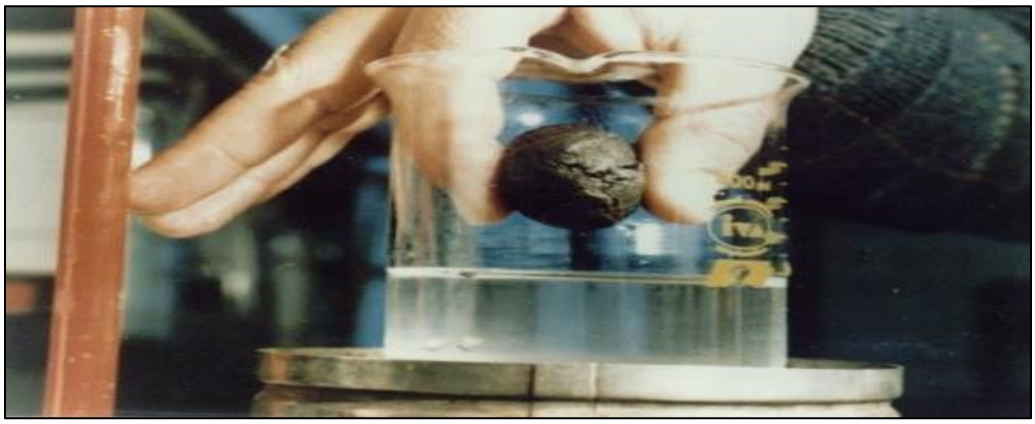

Fig.22 Método de FDA, agua clarificada y barro, realizado en laboratorio de YCF. **Fuente:** Fotografía Lic. Juan a. Ferreiro e Ing. José Dante Herrera (2009).

Se estima que por razones presupuestarias, YCF, no avanzó en la prueba industrial que permitiese comprobar los buenos resultados obtenidos a escala laboratorio. La observación técnica de la Subgerencia de Depuración, a través de su Inspección de Obra, al Informe Final presentado fue fundamentalmente, que se debía encontrar floculantes alternativos al PEO,

[4] Metodología o técnica del Bureau of Mines para la realización de estudio de floculación, desaguado y aglomeración en la pileta de lodo.

preferentemente de origen nacional que evitasen la dependencia de un solo producto importado.

Los estudios realizados en el laboratorio de la planta de YCRT han demostrado que es posible flocular los lodos de Planta Depuradora de carbón de Río Turbio, utilizando un reactivo cuya composición es un polímero del óxido de polietileno. Los flóculos obtenidos se aglomeran con facilidad y pueden ser desaguados en una zaranda estática y aglomerados en un tambor giratorio. En la actualidad es necesario continuar la construcción de la tercera pileta de lodos, para sostener niveles regulares de producción. Cualquier alternativa para la solución definitiva del problema de los lodos es a largo plazo y costosa, constituyendo un problema no solo técnico-económico sino también ecológico cuya resolución favorecerá la protección del ambiente natural de la zona.

Resultados y conclusiones

Existe una profunda desconfianza por parte de distintos actores sociales e institucionales a la autonomía y capacidad de evaluación y decisión de la autoridad de aplicación minera, sospechando con diversas motivaciones que dicha autoridad guíe su accionar a la hora de evaluar proyectos de explotación de gran minería, sobre la base de principios de interés público. Las sospechas en las comunidades locales respecto a la colusión de intereses entre gobierno provincial y empresa son importantes, y se ven aumentadas por la opacidad con que se maneja la información sobre estos procesos. Además, la desconfianza en la capacidad de fiscalización y control estatal de las autoridades de aplicación provinciales de la actividad minera ha ido aumentando. Esta desconfianza descansa en experiencias traumáticas respecto el descontrol gubernamental histórico sobre actividades productivas contaminantes, con supuesto de que el gobierno será incapaz de controlar de forma adecuada este tipo de mega emprendimientos.

El lavado o depuración del carbón, se lleva a cabo mediante un método tecnológico específico de la Ingeniería de Minas, propio del Tratamiento Mecánico de Minerales. Hasta la actualidad no se solucionó en forma efectiva el problema técnico de los lodos producto del proceso indicado. Desde el 24 de junio del 2004, YCRT realiza su laboreo minero en forma más amigable con el ambiente natural circundante, habiendo tomado acciones concretas. El objetivo es proponer soluciones, que mejoren las actuales condiciones en la explotación

carbonífera para gradualmente en el tiempo procurar la remediación ambiental de la zona afectada por la explotación.

Un yacimiento minero de envergadura como la Mina de Río Turbio, que nació en 1948 como un Campamento, ha crecido con los años generando en la provincia de Santa Cruz, dos ciudades de importancia en su periferia, Río Turbio y 28 de Noviembre, separadas 14 Km. una de la otra. Ambas comunidades, a su vez, son quienes sufren los impactos de la actividad minera, totalizan aproximadamente cerca de 18.000 habitantes, representando centros demográficos de envergadura para la Patagonia Sur (http://www.ycrt.gov.ar/). Constituyen un importante enclave Geopolítico, con una localización estratégica a sólo 40 Km., de la ciudad de Puerto Natales en la República de Chile y 260 Km. de la importante ciudad chilena de Punta Arenas. Todo el esfuerzo del trabajo que YCRT, la empresa estatal del carbón, realice con el objetivo de remediar y acondicionar las zonas por tantos años desatendidas en el afán productivo, deben naturalmente enmarcarse, estimamos, en un Plan General que incluya obras de naturaleza comunitaria y provincial, como el entubamiento del arroyo San José, que es el curso de agua que atraviesa la zona Industrial, proveniente de la ciudad de Río Turbio y la construcción ya prevista de Plantas de tratamiento de líquidos cloacales. Esto implica que hay una serie de proyectos y obras a ejecutar para mejorar las condiciones de vida de los habitantes de este rincón austral de la Argentina, quitando del medio focos de contaminación hoy presentes. Es urgente realizar una reflexión y tomar medidas que puedan solucionar los problemas ambientales vinculados a los conflictos mineros, la sociedad y el ambiente para evitar daños irreversibles. Por lo que cada organización debe tomar conciencia sobre los peligros de la explotación mineral y los daños ambientales que causa, como viene ocurriendo en varios países y en especial en algunas provincias de la Argentina. Es menester establecer ciertas medidas preventivas y sistemas de gestión ambiental para poder controlar este tipo de impactos, como implementar un sistema de Gestión Ambiental 14001 para las empresas que hoy en día no cumplen con las normativas (Argentina, Brasil, Chile y Paraguay), por lo que deben cumplir con los procedimientos y leyes para la disminución y eliminación de residuos peligrosos que afectan al medio ambiente. Asimismo, se debe establecer el compromiso de todos los actores sociales (gobiernos nacionales e internacionales y comunidades) en mejorar y prevenir daños ambientales y asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos

ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas. Y por último promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten el desarrollo sustentable, a través de una educación ambiental, tanto en el sistema formal como en el no formal. También se necesita el compromiso de otros países que hoy en día no están de acuerdo con el tratado respecto a medio ambiente o financiar ODS ya que la idea es buscar un mecanismo de financiamiento tecnológico para implementar la transición hacia la "economía verde" y fortalecer el Programa de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente (PNUMA), con el objetivo de lograr una participación universal, en el compromiso de tomar los distintos objetivos hacia el año 2030 sobre el medio ambiente y desarrollo sostenible.

Para terminar, se recuerdan los objetivos de la agenda 2030 vinculados al rol de los actores sociales y ciudadanía con los conflictos mineros:

- Asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climáticos, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequias, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad de la tierra y suelo.
- Reducir considerablemente el número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos y por la polución y contaminación del aire, el agua y el suelo.
- Fortalecer la aplicación del convenio Marco de la Organización Mundial de la Salud.
- Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.
- Implementar las gestiones integrales para la conservación de recursos hídricos y mediante la cooperación transfronteriza.

- Luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con efecto neutro en la degradación de las tierras.
- Movilizar recursos considerables a todas las fuentes y todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible, proporcionando incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación.

En conclusión, la falta de implementación de mecanismos de participación efectiva y dialógica que incluya a los actores comunitarios y sociales en la definición del modelo de desarrollo local deja implícito o evidencia contradicciones en el ordenamiento de los usos del suelo. Esta falta de participación y diálogo democrático sobre el modelo de desarrollo sustentable local torna muy dificultosa la participación efectiva de los actores sociales no estatales, en la evaluación de los impactos socioambientales de los proyectos mineros. El agua que se usa para el tratamiento del carbón (lavado) sale de la planta depuradora cargada de minerales metálicos (magnetita) y partículas finas en suspensión (arcillas del carbón), que de allí se deriva, a través de un pequeño cauce, hasta el río.

Por ello, la falta de inversiones no solo deriva a mejorar la calidad de vida de las personas que trabajan en ella sino influir en un sistema ambiental amigable mediante un mecanismo eficaz con planes de gestión y cuidado ambiental, en un desarrollo sustentable tanto social y político para mitigar los daños ocurridos en el sistema complejo de la empresa u organización. Además, se necesita una cooperación entre las autoridades gubernamentales, las empresas y las comunidades locales para abordar estos problemas y trabajar hacia una explotación carbonífera más responsable y respetuosa con el ambiente.

Bibliografía

Arnold, D. (2000). La naturaleza como problema histórico. El medio, la cultura y la expansión de Europa. México. Fondo de Cultura Económica. (Introducción, Cap. 2 y 3).

Auyero, J. y Swistun, D. (2008). Inflamable. Estudio del Sufrimiento Ambiental. Buenos Aires. Paidós. Tramas Sociales. (Cap. 1 y 2)

Caballero, A. (2007) "Análisis Ambiental del Efluente líquido de una Planta Depuradora de carbón – Posibilidad Técnico-Económica de tratamiento". Trabajo final de la carrera Especialista en Ing. Ambiental. UNCU. Mendoza (Argentina).

Caballero, A. (2009) a. Evaluación Preliminar De Depósitos De Estériles Y sedimentos Provenientes De La Actividad Carbonífera En Río Turbio. ICT-UNPA-3-2009 Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Unidad Académica Río Turbio.

Caballero, A. L. (2014). Diferenciación de efluentes minero-industriales del carbón y poblacionales mediante el uso de la estadística multivariada: un análisis sobre las descargas al arroyo San José de Río Turbio en la provincia de Santa Cruz. Informes Científicos Técnicos - UNPA, 1(1), 1-29. https://doi.org/10.22305/ict-unpa.v1i1.1

Cepal. (2017). Agenda 2030 y los objetivos del Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Disponible en: http://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe

Diaz, F., Pando C., y López J.P. (1960). Circuitos de Aguas, Floculación. En AHM. Preparación del carbón (1ª. ed., pp. 333-356) Madrid, España.: Oviedo.

Di Pace, M. Et al. (1992). Las utopías del medio ambiente. Desarrollo Sustentable en la Argentina. Buenos Aires. CEAL. IIED-AL. CEA- UBA –GASE.

García, R. (2006). Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria, Barcelona, Gedisa, 200 pp. Recuperado

de:https://www.academia.edu/9461195/Sistemas_Complejos_2006_Rolando_Garc%C3%ADa.

Gligo, N. 2006. "Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto de siglo después" Parte 1. Serie Medio Ambiente y Desarrollo n 126. División desarrollo sostenible y asentamientos humanos. Santiago de Chile. CEPAL. Disponible en: http://www.cepal.org/es/publicaciones/5658-estilos-desarrollo-medio-ambiente-america-latina-un-cuarto-siglo-despues

Girbal-Blacha, N. M. y otros (2014). Historia económica y políticas públicas en la Argentina (1930-2003). Bernal. Universidad Virtual de Quilmes. Recuperado de: https://repositorio.uvq.edu.ar/detail/714/

Gómez Orea, D.1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Mundo Prensa y Editorial Agrícola Española SA. Madrid. Capítulo 1.

Guillermina Marderwald, (2016). Propuesta de una línea de base eco hidrológica de la subcuenca del Río Turbio, Provincia de Santa Cruz, Argentina.

Gudynas, E. (2001). Actores sociales y ámbitos de construcción de políticas ambientales. En Ambiente & Sociedad 4(8): 5-19. NEPAM. Uicamp. Campinas. Brasil.

Karmi, S. (1999). Impact of mining activity at Yacimientos Carboniferos Fiscales on the water resources of the Río Turbio system, Santa Cruz Province, Argentina. Intenational Mine Water Association. Recuperado el 03 de diciembre 2019. https://www.imwa.info

Miraglia, M. (2013). La historia ambiental y los procesos de construcción territorial de dos cuencas hidrográficas de la provincia de Buenos Aires (1776 y 2006). Tesis de Doctorado. Consulta electrónica el 22.8.2018. En: http://www.pirna.com.ar/files/pirna/TES-Miraglia-La_historia_ambiental_y_los_procesos_de_construccion_territorial.pdf

Rodríguez Becerra, M. y Espinoza, G. (2002). Gestión ambiental en América Latina y el Caribe. Evolución, tendencias y principales prácticas. Banco Interamericano de Desarrollo. Depto. Desarrollo Sostenible. División Medio Ambiente, Nueva York. Cap. 4. Disponible en: http://www.manuelrodriguezbecerra.org/

Robledo J., Lumerman P. (2009). Análisis de la conflictividad socio ambiental en Argentina El conflicto minero: emergente de la nueva conflictividad socio ambiental en Argentina. Universidad del Salvador Instituto de Medio Ambiente y Ecología, (6), 3-25

Sarapura G. (2022) Historia ambiental de la explotación minera del Yacimiento Carbonífero de Rio Turbio (1950-2020). - 1a ed. - Río Gallegos: Universidad Nacional de la Patagonia Austral.

Ursino, S. (2012). "La contaminación ambiental en Dock Sud: representaciones espaciales, espacios de representación y prácticas espaciales en barrios periféricos". Geograficando, año 8 (8), p:103-119.

Wagner, L. (2010) Problemas ambientales y conflicto social en Argentina. Movimientos socioambientales en Mendoza. La defensa del agua y el rechazo a la megaminería en los inicios del siglo XXI, p: 136-173

Wagner. L. (2016). "Conflictos socioambientales por la megaminería en Argentina: Apuntes para una reflexión en perspectiva histórica". En: Áreas, Revista Internacional de Ciencias Sociales, 35/2016. Historia ambiental en Europa y América Latina: miradas cruzadas (pp: 87-99). Disponible en: https://revistas.um.es/areas/article/download/279201/204181/

Yacimientos Carboníferos Fiscales, 1984. Generalidades sobre combustibles sólidos minerales. Carbones argentinos. Boletín Inédito.

Glosario

Labor: Se denomina labor a un determinado sector de trabajo a desarrollarse en Interior de mina.

Proceso en la explotación del carbón:

a) Extracción. Se realiza por medio de galerías, por frentes auto marchantes de avance continuo, rozadoras a tambor.

b) Depuración. Se lleva a cabo básicamente por medio de la aplicación de principios hidroneumáticos o medios densos controlables, utilizando magnetita en solución acuosa.

c) De la Planta Depuradora el mineral es transportado por ferrocarril industrial de trocha de 0.75 cm. y locomotoras diesel hasta Río Gallegos, distante 260 km.

Estéril: Todo material de mina extraído compuesto por arcilla, gravas arcillosas y fragmentos mayores de arcillolitas, areniscas y calizas.

Impacto ambiental: Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, resultante en todo o en parte de las actividades, productos y servicios de una organización

Lodos: son fracción más fina, partículas tamaño limo-arcilla, que le otorgan al depósito gran compactación.

Planta Depuradora: Establecimiento industrial cuyo funcionamiento consiste en el lavado del carbón bruto y la separación del estéril.